

Analogicznie do podanych poprzednio wzorów dla paska szerokości 1 cm otrzymamy w kG na cmb następujące obciążenia: na pasek długości b :

$$q' = \frac{a^4}{a^4 + b^4} q \quad \text{i} \quad p' = \frac{a^4}{a^4 + b^4} p,$$

na pasek długości a

$$q'' = \frac{b^4}{a^4 + b^4} q \quad \text{i} \quad p'' = \frac{b^4}{a^4 + b^4} p.$$

Jeżeli obciążenie q' , q'' i p' , p'' wstawimy do wzorów (1), (2) i (3) dla blachy walcowej (p.2), to otrzymamy następujące wyrażenia dla naprężeń w niecce:

dla kierunku krótkiego b

$$\sigma_b = \frac{a^4}{a^4 + b^4} \cdot \frac{1}{8f\delta} \left\{ pb^2 + \frac{q b_1}{\delta (2b - b_1)} [\delta (2b - b_1)^2 + 3f (b - b_1)^2] \right\} \text{ kG/cm}^2;$$

dla kierunku długiego a

$$\sigma_a = \frac{b^4}{a^4 + b^4} \cdot \frac{1}{8f\delta} \left\{ pa^2 + \frac{q a_1}{\delta (2a - a_1)} [\delta (2a - a_1)^2 + 3f (a - a_1)^2] \right\} \text{ kG/cm}^2.$$

Rozpór dla długości a

$$H = \frac{a^4}{a^4 + b^4} \cdot \frac{pb^2 + qb_1 (2b - b_1)}{8f};$$

rozpór dla szerokości b

$$H = \frac{b^4}{a^4 + b^4} \cdot \frac{pa^2 + qa_1 (2a - a_1)}{8f}.$$

Przy całkowitym obciążeniu ciężarem ruchomym do podanych wzorów zamiast a_1 i b_1 należy wstawić a i b .

Mając rozpór na 1 cm szerokości określimy — analogicznie jak przy obliczaniu blach walcowych — odległość pomiędzy nitami.

Przytoczone obliczenia nie są ściśle i wymiary niecek ustalono na podstawie praktycznych doświadczeń.

Z blachami nieckowymi przeprowadzono wiele doświadczeń, mianowicie badano ich wytrzymałość przy obciążeniu, doprowadzając do ich zniszczenia.

Wszystkie doświadczenia wykazują, że przy wymiarach niecek w planie od $1,5 \cdot 1,5$ m do $1,0 \cdot 2,75$ m w zupełności wystarczające są grubości około $6 \div 7$ mm. Przy obciążeniach skupionych, które stosuje się obecnie, współczynnik bezpieczeństwa dochodzi do $4 \div 5$.

W jezdni stosuje się zwykle niecki o grubości $7 \div 8$ mm, w chodnikach zaś całkowicie wystarczają niecki o grubości $4 \div 5$ mm.

Rozdział II

NAWIERZCHNIA STALOWYCH MOSTÓW DROGOWYCH

Pod względem konstrukcji zeber pomostu oraz podłoża podtrzymującego nawierzchnię jezdni mostów drogowych nie różni się od jezdni mostów kolejowych. Różnica jest dość znaczna jedynie w pokryciu jezdni oraz chodników.

Pod względem konstrukcji jezdni i chodników rozróżniamy dwa zasadnicze typy:

- 1) nawierzchnia lekka — część przejazdowa typu lekkiego,
- 2) nawierzchnia ciężka — część przejazdowa typu ciężkiego, bardziej stałego.

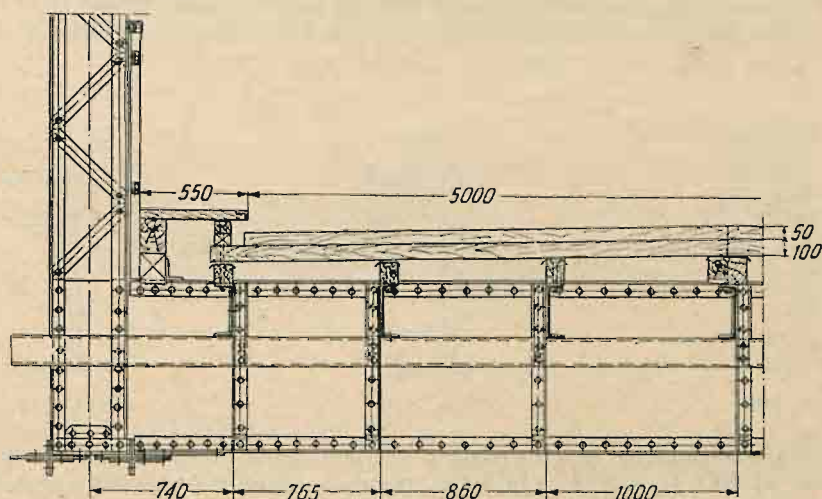
A. Nawierzchnia drogowa typu lekkiego

1. Nawierzchnia na drewnianych belkach podłużnych

Konstrukcja nawierzchni typu lekkiego zależy od układu żeber pomostu.

Jeżeli w jezdni są tylko belki poprzeczne i dość gęsto ułożone, to na stalowych belkach poprzecznych można ułożyć drewniane belki podłużne, następnie dyle poprzeczne i deski wzdłuż mostu lub pod kątem 45° .

Przekroje belek drewnianych nawierzchni otrzymane na podstawie obliczeń są dosyć duże.



Rys. 307

Przytwierdzenie drewnianych belek podłużnych może być wykonane za pomocą krótkich kątowników, które z boków podłużnic przytwierdzają je śrubami poziomymi. Kątowniki takie, po dwa na belkę mającą długość $6,0 \div 8,0$ m, w zupełności wystarczają.

Drewniane belki podłużne należy wciąć na głębokość około 1 cm w belki poprzeczne, aby one nie mogły się przesunąć wzdłuż mostu.

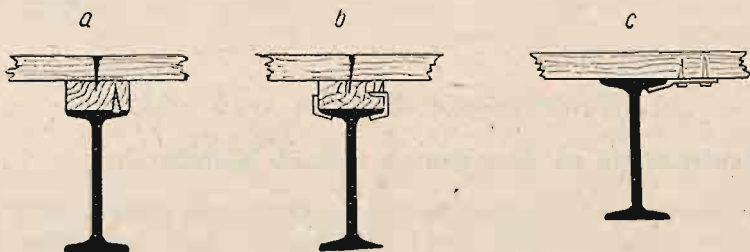
Na rys. 307 przedstawiono przekrój stalowego mostu z drewnianymi belkami podłużnymi.

2. Nawierzchnia na dylach drewnianych

Jeżeli oprócz stalowych belek poprzecznych stosuje się również stalowe belki podłużne, to na nie kładzie się dyle poprzeczne i następnie deski wzdłuż osi mostu lub pod kątem 45° .

Belki podłużne powinny być umieszczane w odległości najwyżej $1,0 \div 1,2$ m.

Przy większych odległościach dyle poprzeczne muszą mieć mocniejsze przekroje oraz grubość ich nie powinna przekraczać 12,5 cm przy szerokości 22 ÷ 23 cm.



Rys. 308

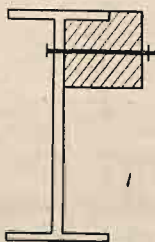
Deski górne mają zwykle grubość 5 ÷ 6,5 cm, w zależności od wielkości ruchu na moście. Deski przybija się do dyli gwoździami.

Dyle do belek podłużnych przytwierdza się w różny sposób.

a. Na podłużnicach kładziemy drewniane podkładki grubości co najmniej 8 cm i do nich przybijamy gwoździami dyle.



Rys. 309



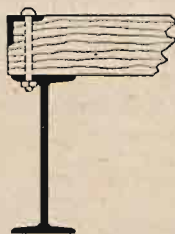
Rys. 310



Rys. 311

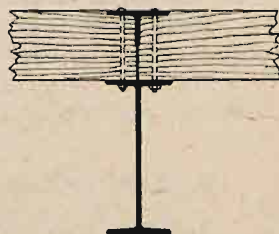
Podkładki można przytwierdzać do belek podłużnych albo za pomocą wkrętek od dołu (rys. 308 a), albo za pomocą klamer (rys. 308 b c) lub śrub pionowych o średnicy 15 ÷ 16 mm. zakładanych w szachownice w odstępach około 1 m (rys. 309).

b. Zamiast drewnianych podkładek można zastosować z boku podłużnic belkę drewnianą, przymocowaną śrubami poziomymi (rys. 310). Belka ta służy tylko do przytwierdzania dyli, które są umieszczone bezpośrednio na belkach stalowych.



Rys. 312

Ponieważ przy tym sposobie przytwierdzania śruby się uginają, można zatem do podłużnic przytwierdzić krótkie, ujęte dwoma nitami kątowniki w odstępach około 1,5 m jeden od drugiego; wtedy drewniana belka podłużna będzie podparta tymi kątownikami i śruby poziome nie ulegną odgięciu (rys. 311).



Rys. 313

c. Jeżeli z obliczenia wypadnie grubość dyla około 175 mm to końce jego można przytwierdzić do belek podłużnych za pomocą śrub pionowych, przechodzących przez kątowniki na końcach dyli (rys. 312) i przez teowniki

pośrodku mostu (rys. 313). Kątowniki i teowniki dociskają końce dyli do podłużnic oraz umożliwiają umieszczanie śrub w większych odstępach niezależnie od szerokości i rozstawu dyli.

Pokrycie chodników z desek i przytwierdzenie ich jest takie same jak w jezdni z tym wyjątkiem, że wymiary drewnianych dyli mogą być mniejsze, ponieważ obciążenie ruchome chodników jest również znacznie mniejsze niż obciążenie jezdni.

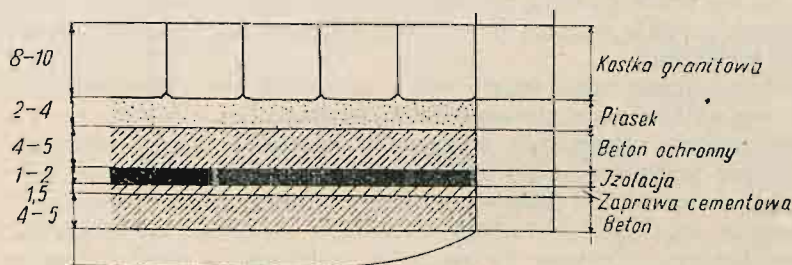
Ponadto ścięcie desek na chodnikach jest także znacznie mniejsze niż na jezdni i z tego względu na chodnikach stosuje się najczęściej jedną warstwę desek.

B. Nawierzchnia drogowa typu ciężkiego

1. Ogólna charakterystyka nawierzchni

Nawierzchnia typu ciężkiego mostów drogowych w zasadzie nie wiele różni się od nawierzchni z podsypką mostów kolejowych.

Podłoże stanowią wówczas belki o kształcie Zoresa, Woterena, blachy płaskie, walcowe, nieckowe lub płyty stalbetonowe.

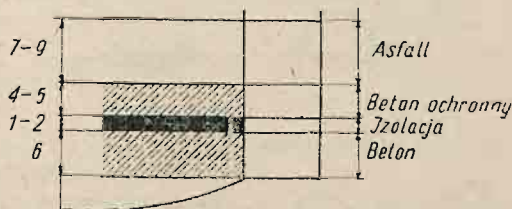


Rys. 314

Na podłoże to kładzie się zwykle warstwę ochronną betonu takiej grubości, aby wraz z 1,5 cm wygładzającą warstwą zaprawy cementowej otrzymać warstwę 6 cm grubości ponad podłożem metalowym (rys. 314).

Na wygładzonej warstwie betonu kładzie się powłokę odwadniającą (izolację) o grubości 1÷2 cm, na niej chudy beton ochronny grubości 4÷5 cm i następnie górne pokrycie jezdni oraz chodników.

Jeżeli pokrycie górne jest wykonane z kostki granitowej lub bazaltowej o grubości 8÷10 cm, to pod nim usypuje się warstwę piasku o grubości 2÷4 cm. Warstwa piasku jest niezbędna zarówno dla wyrównania nawierzchni jezdni przy niejednakowej wysokości kostki, jak i dla nadania jej elastyczności.



Rys. 315

Całkowita grubość nawierzchni jezdni ponad podłożem wynosi 21÷27 cm. Jeżeli zamiast pokrycia ciężkiego z kostki granitowej lub bazaltowej zastosuje się pokrycie asfaltowe o grubości 7÷9 cm, to grubość nawierzchni jezdni zmniejszy się do 18,0 lub 22 cm (rys. 315).

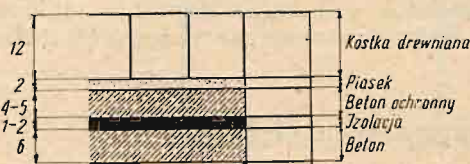
W razie użycia kostki drewnianej o wysokości około 12 cm i warstwy piasku grubości 2 cm, grubość nawierzchni wyniesie 25÷27 cm (rys. 316).

Podłoże wykonane z kształtówek Zoresa lub Woterena nie wykazuje szczególnych zalet w porównaniu np. z blachami nieckowymi.

Ciężar zoresówek w stosunku 1 m² jezdni nie jest mniejszy od ciężaru niecek grubości 7 mm. Przy zastosowaniu zoresówek nr 9 w liczbie 4

na szerokości jednego metra, ciężar 1m² jezdni wynosi 710 kG, gdy tymczasem przy podłożu nieckowym ciężar ten wypada około 660 kG.

Prócz tego podłoże z zoresówek mniej usztywnia jezdnię w kierunku poziomym mostu, gdyż nie da się ich połączyć z belkami jezdni w sposób zapewniający całkowite i mocne zespolenie.



Rys. 316

Nawierzchnia mostów drogowych dwustronny, średnio około 2÷3‰.

Jeżeli na szerokości mostu mamy tylko dwa dźwigary, to spadek ten wytwarza się przez nadanie górnej krawędzi belki poprzecznej odpowiedniej wypukłości, zwykle według paraboli o stycznej na końcach, nadającej wymagane pochylenie.

Belki podłużne mają wtedy górne krawędzie na różnej wysokości, zależnie od wypukłości pasa górnego belki poprzecznej.

Przy takich niewielkich wygięciach krawędzi blachy nieckowej można ją dokładnie przynitować do belek poprzecznych i podłużnych.

Jeżeli na szerokości mostu z jazdą górą mamy kilka dźwigarów, to wtedy wytworzenie spadków poprzecznych osiąga się przez zwiększenie grubości warstwy betonu. Pociąga to za sobą zwiększenie nieużytecznego ciężaru mostu. Ponadto można środkowe dźwigary nieco podnieść, tak aby to zwiększenie grubości warstwy betonu było jak najmniejsze.

2. Przytwierdzenie belek Zoresa i blach nieckowych do belek



Rys. 317



Rys. 318



Rys. 319

Przytwierdzenie zoresówek do belek podłużnych lub poprzecznych jezdni mostu może być wykonane różnymi sposobami, które są następujące.

Zoresówki umieszczone w odległości 3÷4 cm pomiędzy stopkami przyciśnięte są do belki klamrą, która połączona jest z belką za pomocą śruby o średnicy 12 mm (rys. 317).

Na rys. 318 przedstawiono sposób przytwierdzenia za pomocą płytki przyciśniętej do belki dwoma hakowymi śrubkami bez dziurawienia półki belek.

Natomiast na rys. 319 przedstawiono połączenie za pomocą klamry

Technical drawing of a structural frame, likely a bridge or industrial structure, showing dimensions and components. The drawing includes the following details:

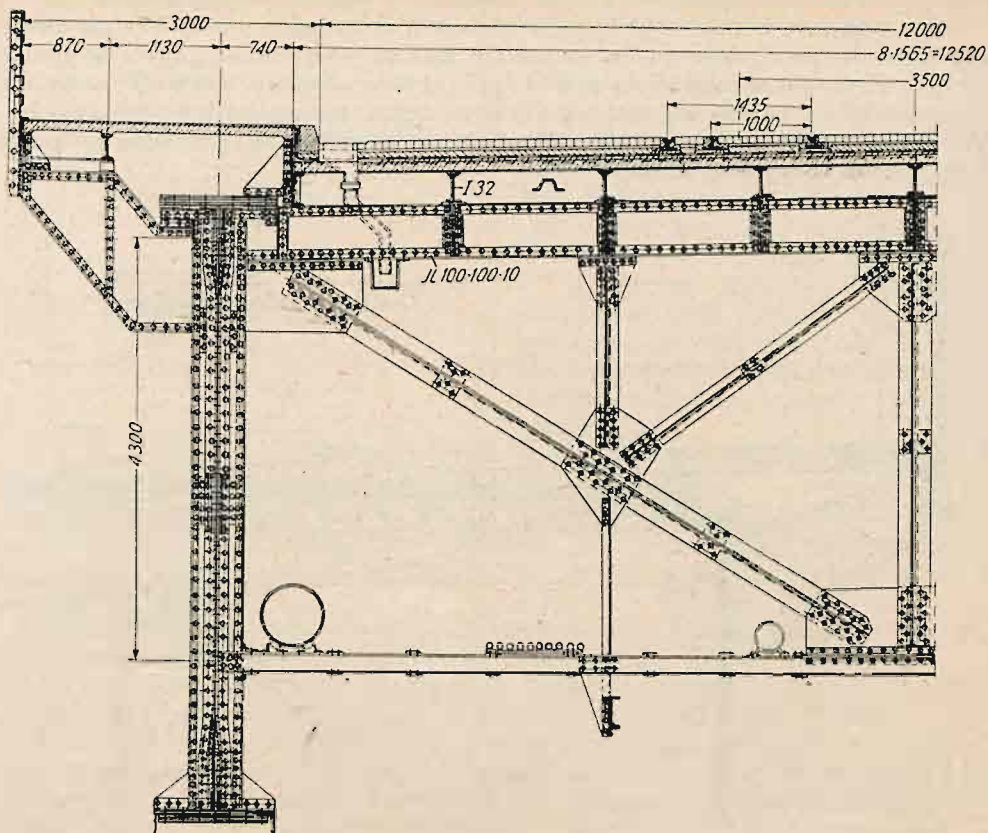
- Dimensions:**
 - Vertical dimension on the left: 1100
 - Horizontal dimension from the left edge to the first vertical support: 1500
 - Horizontal dimension from the first vertical support to the right edge: 5500
 - Horizontal dimension from the first vertical support to the right edge of the top section: 2000
 - Vertical dimension from the bottom edge to the first vertical support: 2600
 - Horizontal dimension at the bottom: 6300
- Labels and Annotations:**
 - ~ 5 : Label near the top left corner.
 - ~ 11 : Label near the top center.
 - ~ 130 : Label near the top center.
 - ~ 150 : Label near the top center.
 - ~ 156.5 : Label near the top center.
 - $B1-10$: Label near the bottom left corner.
- Structural Features:**
 - A vertical support on the left.
 - A horizontal beam at the top.
 - A diagonal beam connecting the left vertical support to the bottom right corner.
 - A vertical support on the right.
 - A horizontal beam at the bottom.
 - Various rivets and bolts are indicated by small circles.

Na rys. 320 pokazany jest przekrój poprzeczny mostu z zoresówkami ułożonymi wzdłuż mostu, tj. na belkach poprzecznych.

Przytwierdzenie blach nieckowych do żeber jezdni jest identyczne jak w mostach kolejowych.

Zoresówki oblicza się w następujący sposób:

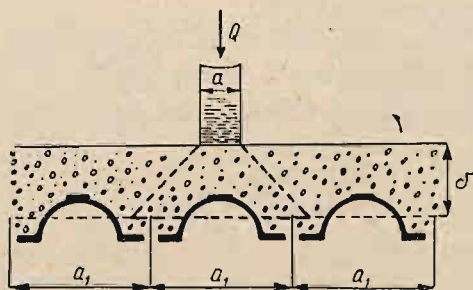
17*



Rys. 321

Przy grubości δ ciśnienie na powierzchnię przechodzi na głębokość, przy której rozkłada się po powierzchni $(a + 2\delta)(b + 2\delta)$:

$$\frac{Q}{(a + 2\delta)(b + 2\delta)} = q \text{ kG/cm}^2.$$



Rys. 322

Wielkość δ przyjmujemy od wierzchu nawierzchni do środka wysokości zoresówki.

Jeżeli odległości pomiędzy osiami zoresówek oznaczmy przez a_1 , to na jedną zoresówkę otrzymamy ciśnienie qa_1 kG/emb równomiernie rozłożone na długości $b + 2\delta$.

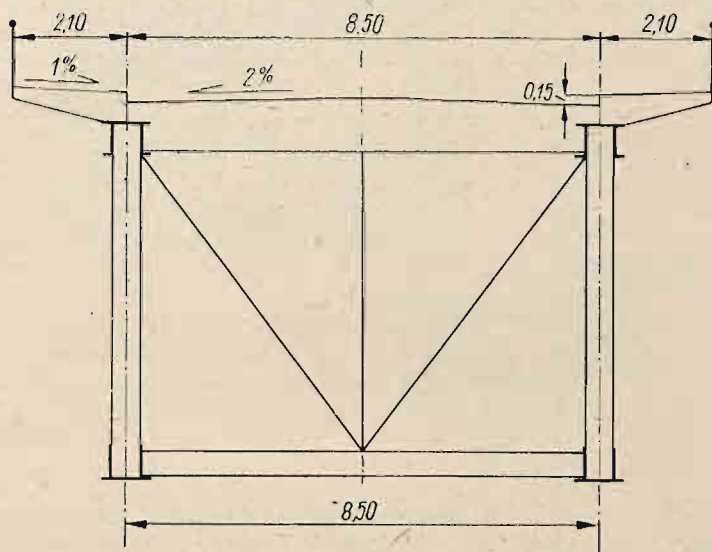
Ponieważ zoresówki są ułożone na kilku podporach, zatem można je uważać za wieloprzęsłowe belki ciągle, chociaż częściej oblicza się je jako zwykłe belki swobodnie podparte.

4. Nawierzchnia trwała chodników

Chodniki w mostach drogowych umieszcza się po obydwu stronach mostu. W wyjątkowych warunkach miejscowych może być wykonany chodnik jednostronny. Szerokość chodników, zależnie od ruchu pieszego, wynosi $0,75 \div 3,00$ m.

Na mostach powinno być zawsze stosowane wzniesienie chodników ponad poziom nawierzchni jezdni, wynoszące $10 \div 15$ cm.

Podłoże chodników może być takie samo jak podłoże jezdni, jednak zoresówki mogą być o łżejszych profilach, blachy nieckowe cieńsze ($4 \div 5$ mm) lub też mogą być stosowane płyty żelbetowe o grubości około 8 cm.



Rys. 323

Górna warstwa o grubości 3 cm jest przeważnie asfaltowa i ze spadkiem $1 \div 2\%$ od poręczy w stronę jezdni (rys. 323).

Chodniki odgraniczone są na mostach od jezdni krawężnikami szerokości około 15 cm, które mogą być betonowe lub z kamienia naturalnego, jednakże najczęściej są wykonane z piaskowca.

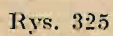
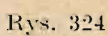
5. Odwadnianie nawierzchni

W celu odwodnienia nawierzchni na mostach krótkich układa się przy krawężnikach kamienie żłobkowe, które służą za rynsztoki do ścieku wody z powierzchni mostu.

Na mostach długich woda ściekająca z jezdni i chodników ku krawężnikom powinna być co pewien odstęp spuszczana do odpowiednich rur i stamtąd kierowana do rynien oraz odprowadzana ku podporom mostowym, skąd spływa np. do rzeki (rys. 324).

Rury spustowe mogą być umieszczone albo pod chodnikiem, albo obok krawężników na linii kamieni żłobkowych (rys. 325).

Rura odwadniająca prosta może mieć mniejszą średnicę, w rurach zaś zakrzywionych lub załamanych średnica powinna być większa.



Średnica rur odwadniających powinna zasadniczo wynosić co najmniej $12 \div 15$ cm. Zresztą średnica rur odwadniających zależy od ilości wody, która przez nie musi być odprowadzona z jezdni mostu przy największej ulewie.

Jak już zaznaczono, izolacja powinna być wpuszczona do rur odwadniających, aby woda mogła spływać wprost do rur, a nie przeciekać na zewnątrz obok rur.

W tym celu górne rozszerzone części rur, czyli tzw. kielichy, mogą być umieszczone poniżej powłoki odwadniającej i dopiero drugie kielichy położone są wyżej w taki sposób, aby oparta na nich blacha rusztowa, przez którą woda przecieka, znajdowała się na poziomie jezdni.

Aby zapobiec przedostawaniu się do rur wraz z wodą nieczystości z powierzchni jezdni, wstawia się z boków dziurowane wiaderko, przez które woda wycieka, pozostawiając osad. Wiaderka te muszą mieć boczne krawędzie, które dotykają występów wyrobionych w rozszerzonej górnej części rury odwadniającej.

Pokrywy muszą mieć odpowiednie wymiary, aby mogły utrzymać — nie załamując się — ciężar kół pojazdu, jaki był przyjęty przy obliczeniu mostu.

Sposób przytwierdzenia rur odwadniających do konstrukcji mostowej powinien również odpowiadać maksymalnemu naciskowi koła pojazdu.

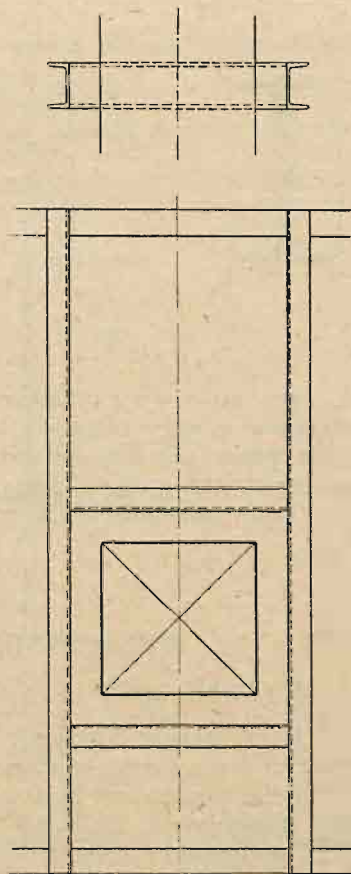
Jeżeli rury są ukryte pod chodnikiem, to wymiary wszystkich części tych rur powinny odpowiadać obciążeniu ruchomemu przez tłuś 600 kG/m^2 lub obciążeniu ciężarem skupionym 175 kG .

6. Przepuszczanie prętów dźwigarów mostu przez nawierzchnię jezdni i chodników

Bardzo ważną rzeczą jest właściwe przepuszczanie prętów kraty dźwigarów głównych przez pomost lub chodniki w mostach z jazdą dołem.

Nawierzchnia części przejazdowej powinna być oddzielona od konstrukcji dźwigarów głównych i w miejscach stykania się nawierzchni z prętami dźwigarów powinny być zostawione otwory lub luzy, przez które byłby umożliwiony dostęp przy malowaniu konstrukcji, przy czym otwory te nie powinny być pozostawione bez przykrycia.

Osiąga się to w ten sposób, że dookoła wystających spod pomostu lub chodników prętów dźwigarów dodaje się w powiązaniu z żebrami jezdni beleczki okalające, które przytrzymują nawierzchnię mostu, do prętów zaś dźwigarów słupów czy krzyżulców przynitowuje się kątowniki, zakrywające szczeliny pomiędzy beleczkami okalającymi a prętami kratownicy.

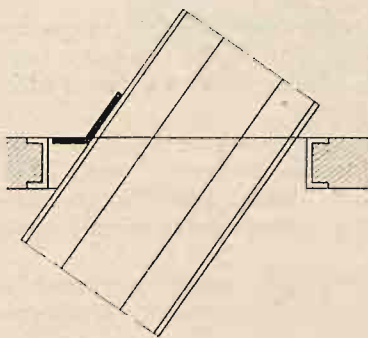


Rys. 326

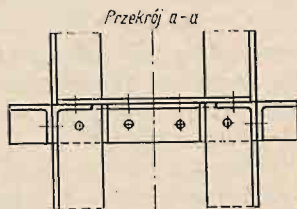
Taka konstrukcja jest stosowana w mostach przez Wisłę (rys. 326).

Należy zwrócić uwagę, że kątowniki, które mają zakrywać szczeliny, powinny być przewidywane przy projektowaniu węzłów, gdyż tylko wtedy można je odpowiednio dopasować i racjonalnie rozmieścić nity.

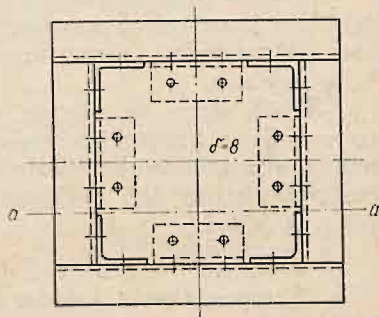
Zamiast kątowników mogą być w tych przypadkach stosowane, zwłaszcza w krzyżulcach, blachy odginane (rys. 327).



Rys. 327



Rys. 328



Rys. 329

W dwuteowych oraz rurowych prętach kraty dźwigarów głównych należy zakrywać otwory blachami na poziomie chodników, aby uniemożliwić wrzucanie przez nie różnych odpadków i śmieci, które wpadając do skrzynek pasowych dźwigarów głównych zanieczyszczają je.

Takie zabezpieczenia wykonuje się w postaci przepon (rys. 328, 329).

Rozdział III

POŁĄCZENIE BELEK O ŚCIANCE PEŁNEJ

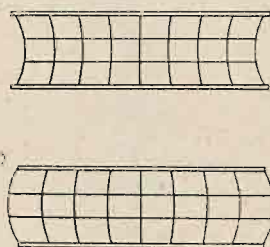
1. Uwagi ogólne

Rozróżniamy 3 rodzaje połączenia belek części przejazdowej: sztywne, przegubowe i przegubowo-przesuwne.

Belki poprzeczne główne łączą się z dźwigarami głównymi albo sztywno, albo przegubowo. Belki zaś poprzeczne drugorzędne łączą się sztywno z belkami podłużnymi oraz z dźwigarami głównymi, a belki podłużne z belkami poprzecznymi — przeważnie sztywno lub niekiedy przegubowo-przesuwne. Ostatnie połączenie zawsze występuje wówczas, gdy dźwigary główne mają przerwę lub przegub, albo w mostach o znacznych rozpiętościach przesł

(od 75 m wzwyż), aby zmniejszyć wpływ odkształceń pasów, na poziomie których znajduje się jezdnia, na odkształcenie głównych belek poprzecznych. W mostach znacznych rozpiętości pas, na którego poziomie znajdują się belki jezdni, wydłuża się (rys. 330 a) lub skraca pod wpływem obciążenia ruchomego (rys. 330 b).

Jeżeli przyjmiemy, że belka poprzeczna pośrodku rozpiętości dźwigara pozostaje na miejscu, to wszystkie inne belki poprzeczne będą wyginane odpowiednio do wielkości wydłużenia lub skrócenia pasa pod wpływem obciążenia ruchomego. Belki podłużne, które są sztywno połączone z belkami poprzecznymi, będą odciągać belki poprzeczne w odwrotnym kierunku, a ponieważ ich sztywność względem osi pionowej jest zwykle niewielka, ulegną one wygięciu, co spowoduje powstanie w nich znacznych naprężeń dodatkowych. Przerwanie belek podłużnych, np. pośrodku dźwigara, zmniejsza wydłużenie jego pasa do połowy, a zatem i wygięcie belek oraz powstające w nich naprężenie dodatkowe.



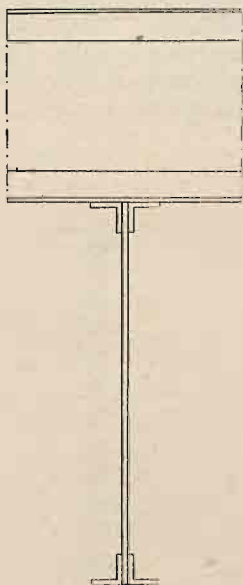
Rys. 330

2. Sztywne połączenie blachownic

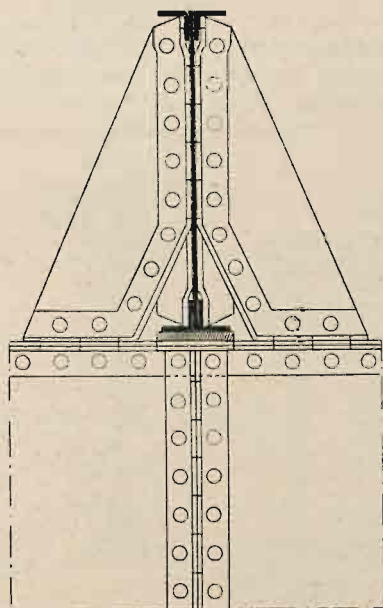
Przy połączeniach jednych blachownic z drugimi możemy mieć następujące przypadki ich wzajemnego przymocowania.

1. Jedna blachownica ustawiona jest na drugiej.

Ustawienie belki podłużnej na belce poprzecznej podane jest na rys. 331.



Rys. 331

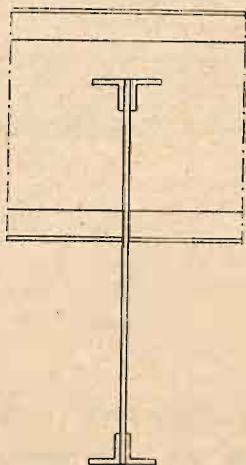


Rys. 332

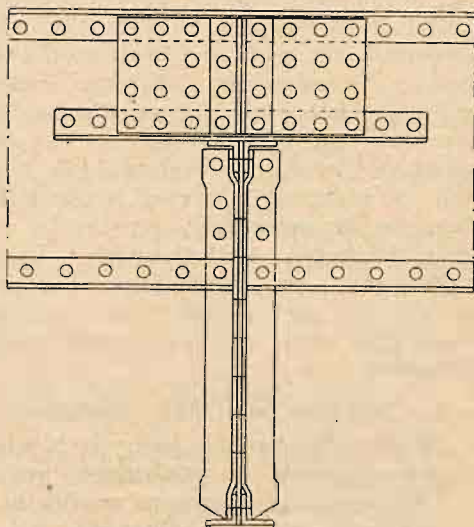
W miejscu zetknięcia się belek pasy dolne belki górnej łączy się nitami z pasami górnymi belki dolnej i zarówno belkę górną jak i belkę dolną usztywniamy kątownikami, gdyż w miejscu połączenia działają zwykle znaczne siły poprzeczne. Aby zabezpieczyć stateczność belki górnej, umieszcza się po-jedyncze lub podwójne wsporniki (rys. 332).

2. Jedna blachownica wznosi się nieco ponad drugą.

Takie połączenie podłużnicy z poprzeczną pokazane jest na rys. 333. Ten sposób połączeń stosuje się niekiedy w tych przypadkach, gdy poprzecznice jezdni są wnietowane pomiędzy pasami dźwigarów głównych mostów z jazdą górą i tężniki podłużne pomiędzy dźwigarami trzeba przepuszczać

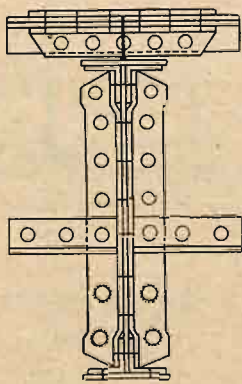
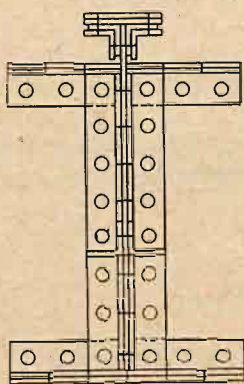


Rys. 333

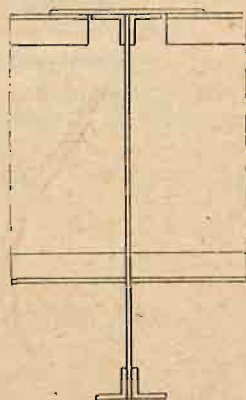


Rys. 334

przez odpowiednie otwory w podłużnicach. Podłużnica wtedy wystaje ponad pas poprzecznicy co najmniej na podwójną wysokość boku pionowego kątownika pasowego podłużnicy, co umożliwia umieszczenie bezpośrednio nad poprzecznicą poziomego kątownika usztywniającego (rys. 334).

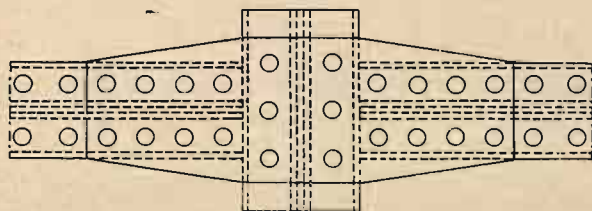
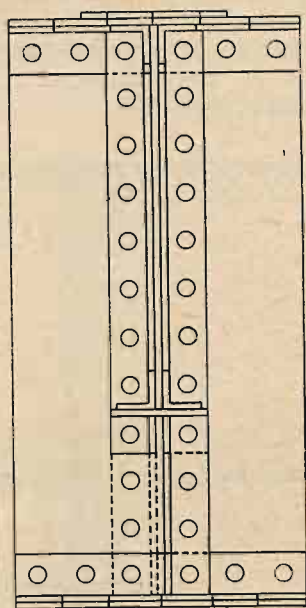
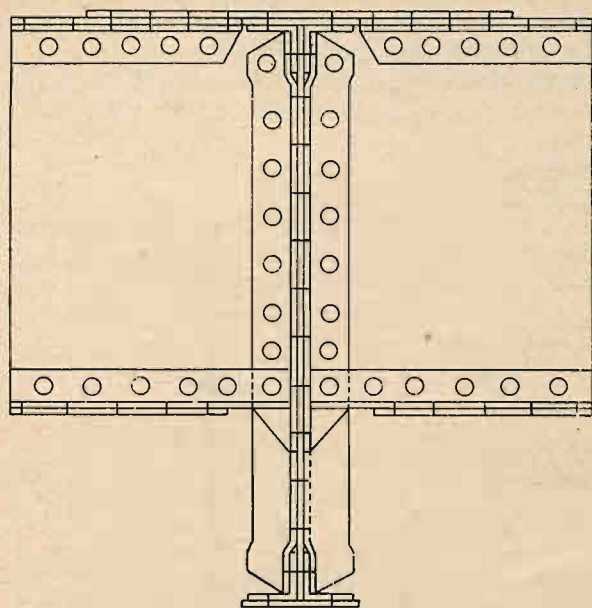


Rys. 335

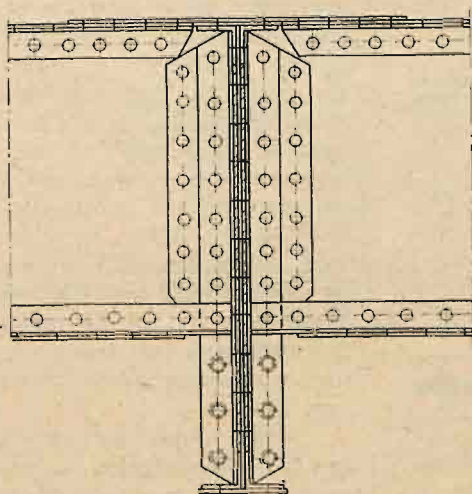


Rys. 336

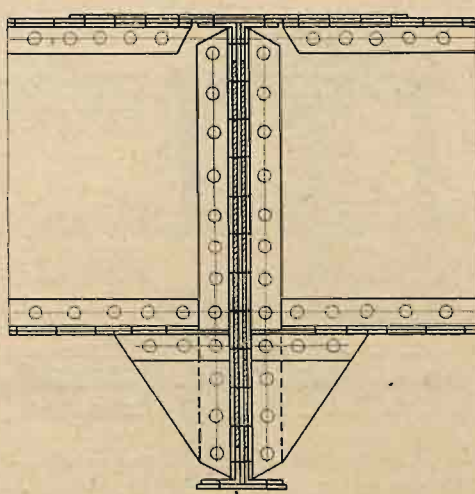
Styki kątowników pasa górnego podłużnicy mogą być umieszczone albo nad poprzecznicą, albo — co jest lepszym rozwiązaniem — przesunięte na odległość połowy długości nakładki kątowników pasowych. W ostatnim przypadku można jeszcze zastosować dwustronne nakładki na kątowniki i w ten sposób przykryć styk górnej części środniczki. Dolną część belki podłużnej przytwierdza się do belki poprzecznej kątownikami pionowymi.



Rys. 337



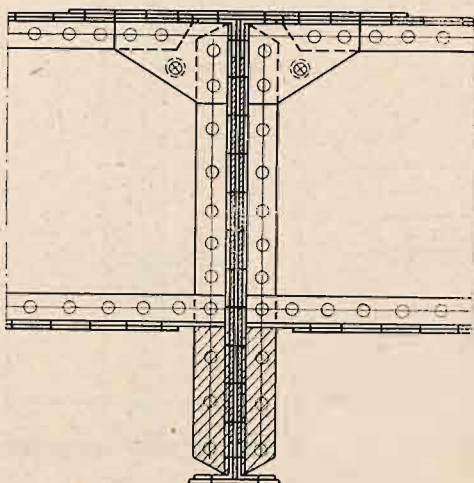
Rys. 338



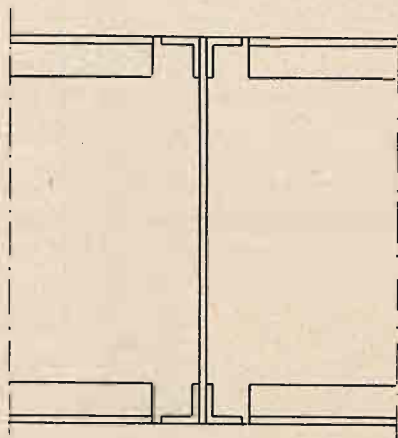
Rys. 339

Na rys. 335 przedstawiono połączenie podłużnicy z poprzecznicą. Górny pas podłużnicy wznosi się ponad poprzecznicą tylko na taką wysokość, jakiej wymaga przekrycie kątowników górnego pasa podłużnicy.

3. Pasy górne obu łączonych blachownic znajdują się na jednym poziomie (rys. 336).



Rys. 340

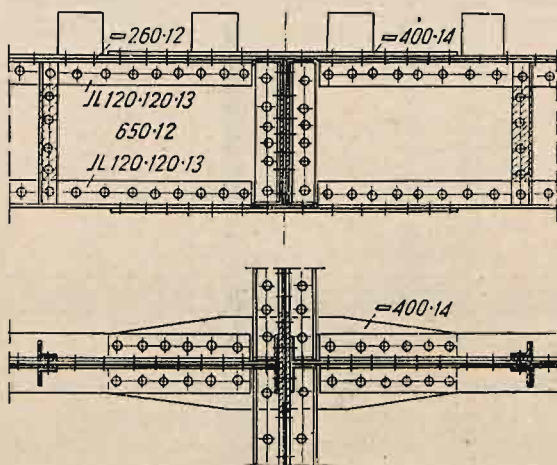


Rys. 341

W tym przypadku przytwierdzenie np. podłużnicy do poprzecznicy lub odwrotnie, wykonywa się za pomocą kątowników pionowych, które jednocześnie usztywniają obie belki: belkę przytwierdzoną i belkę, do której jest ona przytwierdzona.

Ponieważ w połączeniach sztywnych nad podporami, a w danym przypadku w miejscu przytwierdzenia podłużnicy do poprzecznicy powstają momenty ujemne, pod działaniem których kątowniki pionowe są odrywane od belek

poprzecznych, wobec tego pasy górne dwóch sąsiednich belek podłużnych należy połączyć poziomymi blachami kształtowymi (tzw. „rybkami”) w taki sposób, aby zapobiec odrywaniu się główek nitów w kątownikach pionowych (rys. 337 do 340). Przy dużym oddziaływaniu podpory podłużnicy stosuje się wzmocnienie jej środniczki jednostronnie lub dwustronnie w sposób podany na rys. 338.



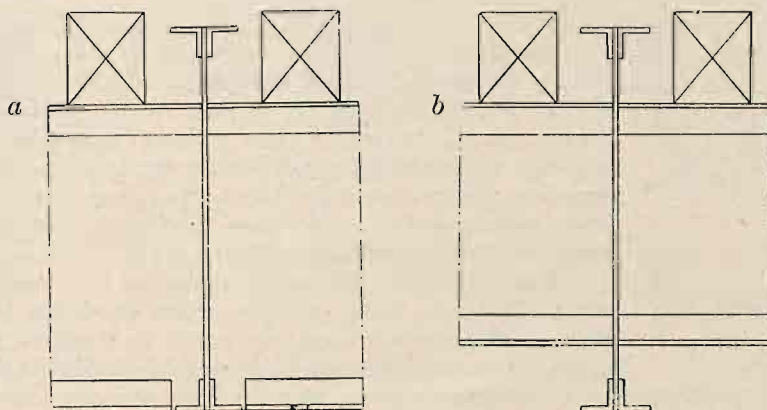
Rys. 342

Jako ulepszony typ połączenia podłużnicy z poprzecznicą można zalecić połączenie przedstawione na rys. 339.

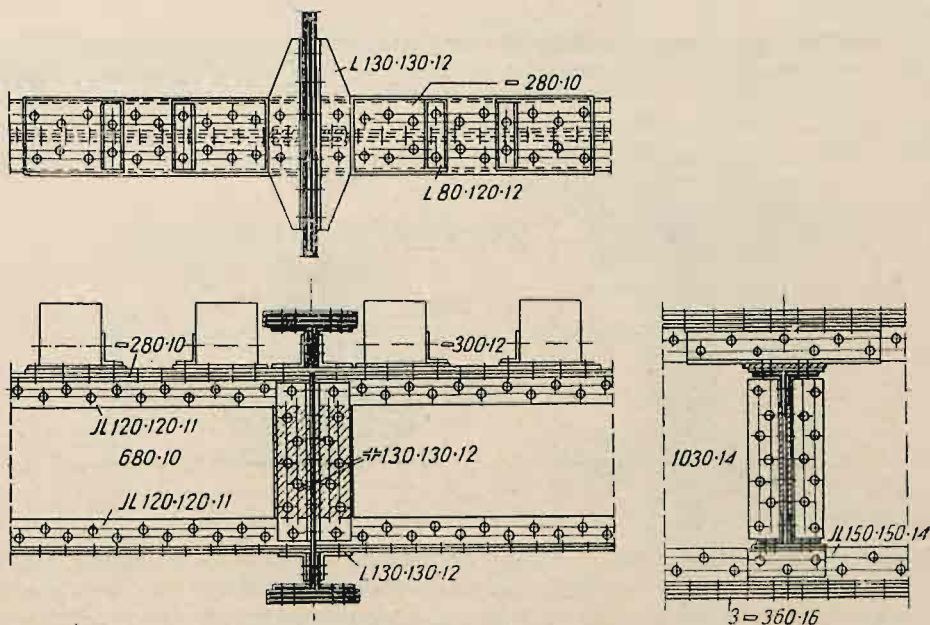
Niekiedy stosuje się wzmocnienie omawianego połączenia przez użycie specjalnych niewielkich blach jako przekrycie końców kątowników podłużnicy oraz kątowników pionowych połączenia (rys. 340).

4. Obie blachownice są jednakowej wysokości.

Często belki podłużne i belki poprzeczne jezdni są jednakowej wysokości (rys. 341).



Rys. 343



Rys. 344

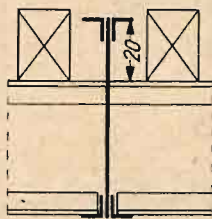
W tym przypadku środnik przytwierdzanej podłużnicy łączy się z poprzeczną za pomocą kątowników, pasy zaś górne oraz pasy dolne sąsiednich podłużnic łączy się poziomymi blachami kształtowymi co najmniej trzema parami nitów, jak to przedstawiono na rys. 342.

5. Jedna blachownica jest obniżona względem drugiej.

Pas górny podłużnicy jest obniżony względem pasa poprzecznicy, natomiast pas dolny podłużnicy może być albo na jednym poziomie z pasem dolnym poprzecznicy (rys. 343 a), albo wznosić się nad tym pasem (rys. 343b i 344).

W tym ostatnim przypadku belka podłużna jest znacznie niższa od belki poprzecznej.

Ponieważ w miejscu przytwierdzenia podłużnic do poprzecznicy powstają w podłużnicach momenty ujemne, zatem należy zabezpieczyć nity w kątownikach pionowych, które obejmują środniki podłużnic, aby ich główki nie były odrywane. W tym celu na poziomie górnej krawędzi pasa górnego podłużnicy stosuje się w środniku poprzecznicy szczelinę i przez tę szczelinę przepuszcza się blachę poziomą, która łączy pasy górne dwóch sąsiednich podłużnic, przylegających do danej poprzecznicy (rys. 345).



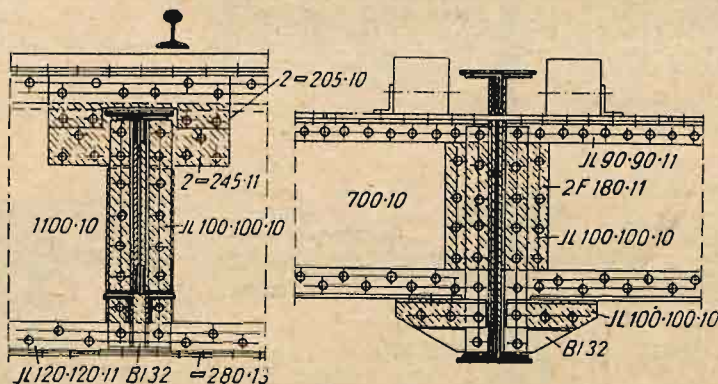
Rys. 345

Krótkie kątowniki poziome leżą na tej blasze i poprzez nią łączą dwie rozcięte części środnika poprzecznicy. Połączenie to jest niezbędne ze względu na siły tnące, które na linii szczeliny mogą być dość duże.

Środek poprzecznicy ze szczeliną można wzmocnić za pomocą przekładki oraz przyciętej nakładki (rys. 346).

Jeżeli dolne krawędzie pasów dolnych belek poprzecznych i belek podłużnych leżą w jednej płaszczyźnie, to łączy się je w sposób podany w przypadku 4.

Jeśli zaś pasy dolne belki podłużnej wznoszą się ponad pasami dolnymi belki poprzecznej, to przytwierdzenie dolne może być wykonane w sposób



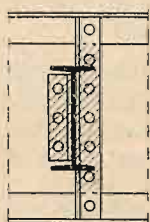
Rys. 346

podany w przypadku 2 lub 3. Gdyby jednak ze względu na momenty ujemne przy podporach, tj. w miejscu przytwierdzenia podłużnic do poprzecznicy, w dolnych nitach poziomych w belkach podłużnych miały powstać znaczne naprężenia na ścinanie i zgniatanie, szczególnie w dolnym nacie skrajnym, to w takim przypadku należy zastosować wzmocnienie podłużnic za pomocą dodatkowych kątowników dolnych i blachy wspornikowej.

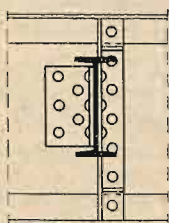
6. Jedna belka jest niższa w porównaniu z drugą

Może zająć przypadek, że wysokość pierwszej belki nie wystarcza do umieszczenia na niej niezbędnej liczby nitów, jaką się otrzymuje z obliczenia. W tym przypadku przytwierdzenie można wykonać według rys. 347, 348,

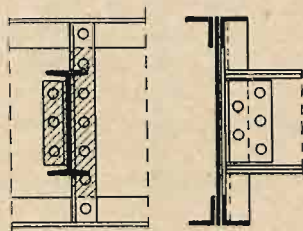
349, w zależności od tego, na jakim poziomie powinna być przytwierdzona belka niższa. Jeżeli będzie ona przytwierdzona w sposób podany na rys. 347, to przyjmując, że na podporze powstaje moment ujemny, równy około 0,6 momentu podporowego belki dwustronnie zamocowanej, można obliczyć, jakie będzie naprężenie w nitach kątowników pionowych. Jeżeli naprężenie



Rys. 347



Rys. 348

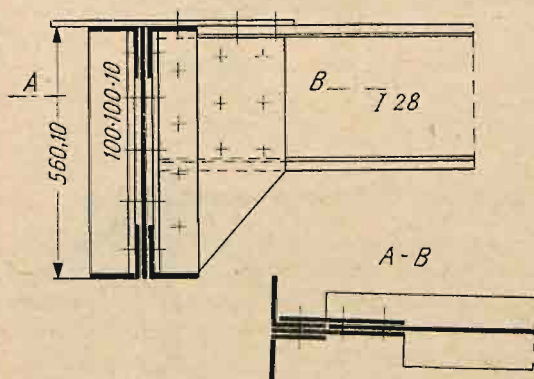


Rys. 349

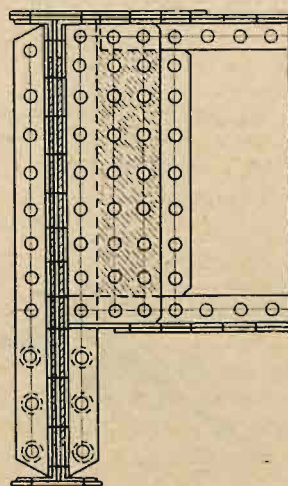
będzie wynosiło około 500 kG/cm^2 , to konstrukcję można uważać za odpowiednią, w przeciwnym razie należy zastosować jedną z konstrukcji poprzednio omówionych.

W przypadku 2 (rys. 350) górne połączenie odpowiada przypadkowi 3, dolne zaś — przypadkowi 6 lub 5.

Przy łączeniu blachownic należy zwracać uwagę, aby dolne kątowniki pasowe belki, którą przytwierdzamy, były naginane na boki kątowników pionowych, obejmujących jej środek, co usztywnia połączenie (rys. 337).



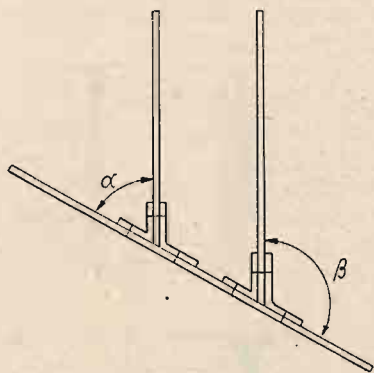
Rys. 350



Rys. 351

Nity, którymi przymocowuje się belki, powinny odpowiadać warunkom wytrzymałości nie tylko na ścinanie, lecz i na zgniatanie. Ponieważ w tym przypadku mamy do czynienia przeważnie z nitami dwuciętymi, przeto ze

względnie na zgniatanie może wypaść znaczna liczba nitów. W tych przypadkach możemy stosować kątowniki nierównoboczne, tak aby boki większe obejmowały środek belki, którą przytwierdzamy, jeżeli wielkość tych boków jest wystarczająca dla umieszczenia odpowiedniej liczby nitów, niezbędnej ze względu na zgniatanie, lub zastosować nity wielocięte, przedstawione na rys. 351.



Rys. 352

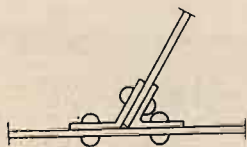
Kątowniki pionowe, którymi w mostach kolejowych przymocowujemy podłużnice o długości $4 \div 6$ m do poprzecznic, powinny mieć co najmniej wymiary $90 \cdot 90 \cdot 9$.

Przy większej rozpiętości podłużnic stosujemy kątowniki o wymiarach $130 \cdot 85 \cdot 10$ lub nawet $150 \cdot 100 \cdot 10$, przy czym bok szerszy obejmuje środek podłużnicy dwoma szeregami nitów, rozstawionych w szeregach przestępnych.

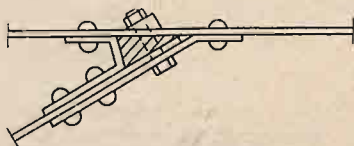
Najmniejsze kątowniki przy długościach podłużnic około 2 m mogą mieć wymiary $80 \cdot 80 \cdot 9$.

W mostach drogowych przy belkach podłużnych o dużej rozpiętości stosuje się również kątowniki o wymiarach od $90 \cdot 90 \cdot 9$ wzwyż, a tylko w belkach chodnikowych i belkach o małej rozpiętości można stosować mniejsze kątowniki.

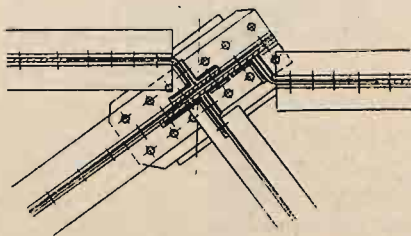
Należy jednak pamiętać, że w kątownikach pionowych bardzo często trzeba umieszczać nity w jednym i drugim boku i wówczas przy małych bokach kątowników mogą powstać pewne trudności w wykonaniu nito-



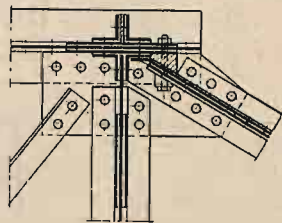
Rys. 353



Rys. 354



Rys. 355



Rys. 356

wania. Jeżeli stosuje się średnicę nitów 18 mm, to w kątownikach $70 \cdot 70 \cdot 8$ można jeszcze wstawiać nity w dwóch bokach, natomiast przy średnicy nitów wynoszącej 20 mm i więcej należy stosować kątowniki o bokach 80 mm i po-

wyżej. W mostach kolejowych należy w połączeniach podłużnie z poprzeczną stosować nity o średnicy 23 mm, w podłużnicach zaś można stosować nity o średnicy 20 mm.

W mostach drogowych, w zależności od rozpiętości podłużnie, do przytwierdzenia można stosować nity o średnicy od 20 mm wzwyż.

W mostach ukośnych podłużnice w stosunku do belek poprzecznych nie są ustawiane pod kątem prostym. Kątowniki do przymocowania środka podłużnicy mogą być zwarte i rozwarne (rys. 352). Szerokość tych kątowników zależy od wielkości kąta ostrego i od grubości nitowanych części. Bok kątownika powinien być taki, aby nit można było włożyć w otwór od strony zwartej, co w każdym poszczególnym przypadku należy zbadać.

Zależnie od kąta łączenia można połączenie belek wykonać według rys. 353 lub 354.

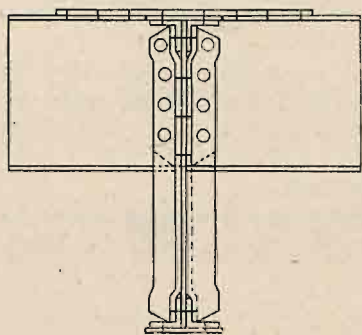
Skrajne poprzecznice ukośne mogą być przymocowane w sposób przedstawiony na rys. 355 i 356.

3. Połączenie belek walcowanych

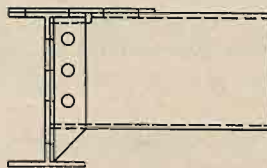
Belki walcowane w zasadzie mogą mieć te same rodzaje połączeń, jeśli tylko wysokość ich na to pozwala. Belki walcowane dwuteowe najczęściej jednak są przytwierdzone w sposób podany na rys. 357.

Półki poziome dwuteówki z jednej strony są ścięte, dzięki czemu kątownik pionowy z tej strony usztywnia środek belki głównej wzdłuż całej jego wysokości, drugi zaś kątownik, po drugiej stronie środka dwuteówki, jest krótszy i sięga tylko od krawędzi półki dolnej do krawędzi górnej półki belki.

Przy niewielkich obciążeniach belki korыtkowe mogą być przytwierdzone do innych belek za pomocą pojedynczych kątowników pionowych (rys. 358).



Rys. 357



Rys. 358

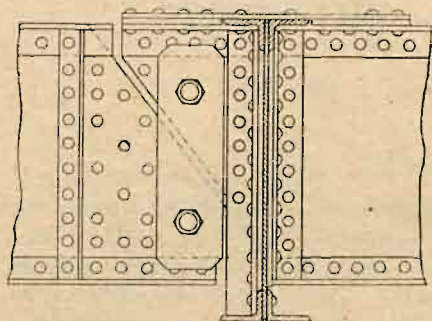
4. Przegubowo-przesuwne połączenie belek

Konstrukcja połączenia przegubowo-przesuwnego powinna być tak wykonana, aby umożliwiała belce przesuw wzdłuż jej osi i niewielki obrót równy obrotowi końcowego przekroju belki swobodnie podpartej dookoła osi poziomej, prostopadłej do płaszczyzny belki. Wszystkich innych ruchów belka powinna być pozbawiona, a więc podnoszenia się, przesuwania poprzecznego i obrotów dookoła osi podłużnej oraz osi pionowej.

Przy niewielkich reakcjach podpór belki walcowane mogą mieć połączenie podane na rys. 359.

Na końcu belki znajdują się częściowo ścięte półki poziome. Kątowniki pionowe mają boki rozstawione na szerokość nieco większą od szerokości ściętych pólek poziomych belki, tak aby koniec belki mieścił się swobodnie

Podłużnica jest ścięta ukośnie, do poprzecznicy zaś przytwierdzony jest wspornik wycięty odpowiednio do wycięcia podłużnicy. Zarówno blacha

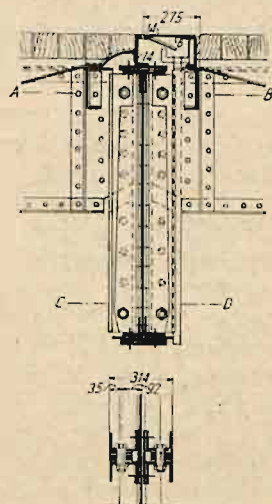
[illegible]

274

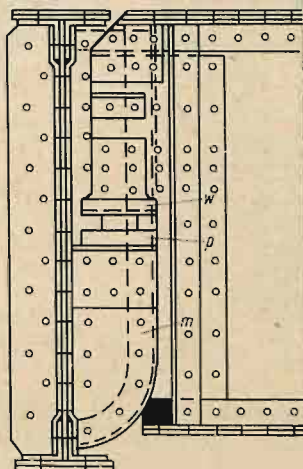
Wymiary strun, średnica bolców, grubość blach pionowych oraz ich szerokość na linii bolców zależą od wielkości reakcji podłużnicy.

Zamiast zawieszać koniec belki na strunach wahadlowych, możemy oprzeć koniec belki na słupkach wahadlowych (rys. 362, 363).

Przy tym połączeniu górne części podłużnicy ujęte są w bolce. Podłużnice te mają środniki odpowiednio wzmocnione nakładkami i objęte dwustronnie słupkami — kątownikami, przez które przechodzi górny bolec. Kątowniki pionowe przytwierdzone do poprzecznicy mają boki prostopadłe do środnika poprzecznicy, ścięte na długości równej prawie wysokości końca podłużnicy. Kątowniki pionowe rozstawione są na taką odległość, aby grubość kątowników słupka wahadlowego oraz rozstaw ich były tylko cokolwiek większe (wystarczy 1 mm) od grubości końca środnika podłużnicy, wzmocnionego nakładkami. W dolnej swej części, gdzie boki kątowników nie są ścięte, założone są wkładki pomiędzy bokami, połączone nitami z główkami obustronnie wtopionymi.



Rys. 363



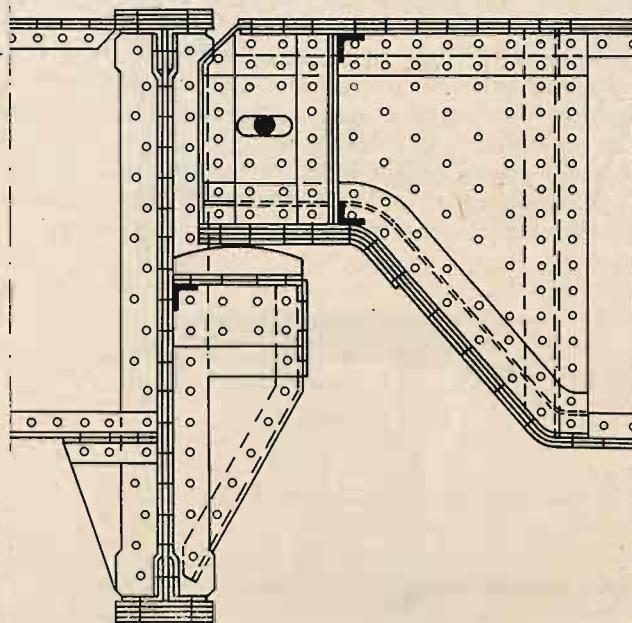
Rys. 364

Kątowniki wahadlowe opierają się na końcach dolnych tych kątowników i obejmują je łącznie z końcem belki. Konstrukcja ta odpowiada poprzedniej konstrukcji (rys. 361). Różnica polega tylko na tym, że w pierwszym przypadku struny są rozciągane, słupki zaś ściskane, i że wsporniki, na których zawieszamy belkę, w przypadku zastosowania strun są dłuższe oraz podwieszenie podłużnicy jest bardziej odsunięte od poprzecznicy. Jednakże i przy zastosowaniu strun istnieje możliwość przysunięcia podwieszenia do poprzecznicy, jak to przedstawiono na rys. 363.

Jeśli siły poprzeczne na podporach są znaczne, co występuje w mostach kolejowych o znacznych długościach przedziałów, a zatem przy podłużnicach znacznych rozpiętości, to wówczas końce belek podpieramy specjalnymi łożyskami przegubowo-przesuwnymi (rys. 364). Podłużnica, jak widać z rysunku, jest na końcu wycięta od dołu prawie do połowy wysokości. Koniec ten jest wzmocniony dwiema nakładkami o grubości równej grubości kątowników pasowych podłużnicy. Kątowniki pionowe służą do usztywnienia

nienia środnika i jednocześnie mogą służyć do przytwierdzenia tężników poprzecznych pomiędzy podłużnicami.

Specjalne odlewy stalowe *w*, przytwierdzone nitami do wystającego końca podłużnicy, stanowią wahacz podpory, który jest umieszczony na poduszce *p*, podtrzymywanej kątownikami *m* przytwierdzonymi do wsporników. Obrzeża wahacza nie pozwalają belce podłużnej u dołu przesunąć się



Rys. 365

w poprzek. Kątowniki *m* służą jednocześnie do uziemienia podłużnicy z góry w kierunku poprzecznym i łącznie z kątownikami nie pozwalają belce podnosić się do góry.

Aby zapobiec odrywaniu główek nitów w kątownikach pionowych przez wsporniki, stosuje się nakładki wycięte u góry, które przez kątowniki *m* łączą blachy wsporników z kątownikami belek poprzecznych.

Zamiast wsporników podwójnych można zastosować wspornik pojedynczy (rys. 365) i połączyć go z belką poprzeczną tak, jak to było wskazane przy opisie połączenia podłużnic z po-

przecznicami według rys. 364. Wysokość podłużnicy na końcu jest zmniejszona i — jeżeli zachodzi potrzeba wzmocnienia środnika — można go wzmocnić za pomocą jednostronnej nakładki o grubości równej grubości kątowników pasowych podłużnicy. Wszystkie inne elementy w tej konstrukcji odgrywają taką samą rolę co w konstrukcji poprzednio opisanej.

Podane sposoby połączeń belek nie wyczerpują całkowicie możliwości konstrukcyjnych.

Każdy projektujący może podawać swoje sposoby i szczegóły połączeń, które powinny ściśle odpowiadać warunkom pracy i warunkom wytrzymałości, wymagany od tego rodzaju konstrukcji w mostach.

Rozdział IV

POŁĄCZENIE POPRZECZNIC JEZDNI Z DŹWIGARAMI GŁÓWNYMI

Belki poprzeczne główne, czyli poprzecznice, znajdują się w węzłach dźwigarów głównych i są przeważnie projektowane jako belki o ścianie pełnej.

Poprzecznice w postaci kratownic stosuje się tylko przy znacznej ich rozpiętości, a więc przy dużej szerokości mostu, zwykle przy dwóch dźwigarach głównych i przeważnie w mostach z jazdą górą. Jednak i w tych warun-